



Janne Lehmuslehti

VESIKATTOTYÖN AJALLINEN HALLINTA

VESIKATTOTYÖN AJALLINEN HALLINTA

Janne Lehmuslehti
Opinnäytetyö
Kevät 2020
Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

Janne Lehmuslehti
Vesikattotyön ajallinen hallinta
Työn ohjaaja: Juha Pennanen
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2020
Sivumäärä: 30 + 6 liitettä

Opinnäytetyön aiheena on vesikattotyön ajallinen suunnittelu ja hallinta. Työssä käydään läpi aikataulusuunnittelun, aikatauluvalvonnan ja tuotannonohjauksen tavoitteet sekä vaiheet rakennushankkeen tuotannossa.

Esimerkkikohteena työssä on aikaisemmin museona toiminut kaksikerroksinen rakennus. Rakennuksen vesikattorakenne uusittiin saneeraustyön yhteydessä. Esimerkkikohteen vesikattotyön suorittamista varten laadittiin rakennusvaiheaikataulu.

Rakennusvaiheaikataulun mukaista tuotantoa valvotaan ja ohjataan tuotannon suunnittelun aikana valikoituneiden apuvälineiden ja ratkaisujen avulla. Ajallisessa valvonnassa ja tuotannon ohjauksessa tehtyjä havaintoja sekä ratkaisuja käytetään tuotannon hallintaan. Onnistuneella tuotannon hallinnalla saadaan aikaan laaditun rakennusvaiheaikataulun mukainen tuotanto.

Ajallinen hallinta rakennushankkeen läpiviennissä asetetuin tavoittein on tärkeää ja sen avulla pystytään vaikuttamaan ja reagoimaan tuotannossa ilmeneviin ongelmiin. Tuotannon ongelmia voidaan onnistuneella ajallisella hallinnalla minimoida, mutta erittäin harvoin välttämään täysin.

Aikataulutehtävien valvonnalla ja tuotannon ohjauksella saavutettiin esimerkkikohteessa vesikattotyölle asetetut tavoitteet. Aikataulusuunnittelun aikana havaittuihin ongelma-kohtiin huomiota kiinnittämällä ja ennakoivasti tuotannon ohjaustoimia suunnittelemalla välttyttiin töiden keskeytymiseltä. Näistä toimista huolimatta kaikkiin ongelmatilanteisiin ei voitu kuitenkaan valmistautua.

Vesikaton purkutöiden aikana ilmi tulleet vaurioituneet rakenteet aiheuttivat muutoksia työsisältöön. Työsisällön muuttuminen keskeytti osan tehtävistä ja muutti nämä tehtävät epäjatkoviksi. Näihin tuotannon poikkeamiin puututtiin välittömästi ja tehtävälle suunniteltiin riittävät ohjaustoimenpiteet tuotannon palauttamiseksi suunnitelman mukaiseksi.

Asiasanat: aikataulusuunnittelu, aikatauluvalvonta, tuotannonohjaus, vesikattotyö

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
SISÄLLYS	4
1 JOHDANTO	5
2 RAKENNUSHANKKEEN AJALLINEN HALLINTA	6
2.1 Hankkeen aikataulut	6
2.2 Osittelu ja aikataulutehtävät	8
2.3 Tehtävien riippuvuudet	11
2.4 Aikataulun toteutuskelpoisuus	11
2.5 Aikataulujen esitysmuodot	12
2.6 Aikatauluvalvonta	14
2.7 Tuotannonohjaus	18
3 AJALLISEN HALLINNAN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS	20
3.1 Ajallinen suunnittelu	20
3.2 Ajallinen valvonta	22
3.3 Tuotannonohjaus	23
4 TULOKSET	26
5 YHTEENVETO	27
LÄHTEET	29
LIITTEET	30

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä käydään läpi ajallisen tuotannonhallinnan eri vaiheita sekä avataan aikataulusuunnittelun, aikatauluvalvonnan sekä tuotannonohjauksen periaatteet ja niiden tavoitteet. Työn esimerkkikohteena on tasakattoisen rakennuksen vesikattorakenteen uusiminen.

Esimerkkikohteen vesikattotöiden toteuttamista varten laadittiin rakennusvaihe-aikataulu. Aikataulussa esitettiin aikataulutehtävien toteutusajankohdat, ajalliset kestot ja käytettävät resurssit. Laadittua aikataulua käytettiin tehtävien toteutumisen valvontaan suunnitelman mukaisesti. Aikataulusuunnittelun tavoitteena on saavuttaa laadukas lopputulos laaditun aikataulun mukaisesti, työturvallisuudesta sekä kustannustehokkuudesta huolehtien.

Aikataulusuunnittelun lisäksi työtehtävän onnistuminen vaati aikatauluvalvontaa ja tuotannonohjausta, joiden avulla voidaan puuttua ja ohjata aktiivisesti käynnissä olevia työvaiheita riittävän varhaisessa vaiheessa, mikäli laadittu aikataulu ei toteudu suunnitelman mukaisesti.

Toimin opinnäytetyön aiheena olleessa esimerkkikohteessa työnjohtajana. Työn tavoitteena oli perehtyä ajallisen tuotannonhallinnan vaiheisiin ja tavoitteisiin sekä laatia tarvittavat suunnitelmat työvaiheiden toteutumiseen aikataulun mukaisesti. Tuotannon ajallinen suunnittelu toteutettiin kohdeyrityksen toimintajärjestelmän mukaisesti. Toimintajärjestelmän avulla ajallisen hallinnan vaiheet aikataulusuunnittelusta tuotannon hallintaan saatiin toteutettua yrityksen ohjeistuksen mukaisesti.

2 RAKENNUSHANKKEEN AJALLINEN HALLINTA

2.1 Hankkeen aikataulut

Aikataulu on tuotannon edetessä tarkentuvaa työjärjestystä ja tuotannon nopeutta kuvaava toteutuksen malli. Rakennushankkeen tuotannon ajallinen suunnittelu, aikatauluvalvonta ja tuotannonohjaus ovat keskeisin osa tuotannonhallintaa. Onnistunut aikataulusuunnittelu ja tuotannonvalvonta auttavat huomaamaan ajallisen suunnittelun ja työnaikaiset epäkohdat sekä aikataulusuunnittelussa havaitut puutteet ja virheet riittävän ajoissa. (1, s. 17.)

Aikataulusuunnitelmassa ominaista ovat seuraavat asiat:

- tehtävät ovat kokonaisuuksia
- poikkeamiin on varauduttu ja niiden havaitseminen on mahdollista
- resurssien käyttö on suunniteltua
- aikataulu on toteutuskelpoinen (1, s. 17.).

Hankeaikataulu on rakennuttajan laatima aikataulu, joka kuvaa koko hankkeen etenemisen. Hankeaikataulun tarkoituksena on muodostaa tavoitteet ja puitteet hankkeelle sekä varata hankkeen aikana ilmeneville muutoksille ja yllätyksille joustoa. Realistinen hankeaikataulusuunnitelma rakennushankkeen vaiheiden kestoista sekä ajoituksesta on tärkeää hankkeen laadun kannalta. Hankeaikataulussa rakennuttaja tekee aikataulupäätökset hankkeen kokonaiskestosta, välitavoitteista, suoritusjärjestyksestä, aloitusajankohdasta ja suunnitelmien valmiustasosta hankkeen alkaessa. (2, s. 41.)

Rakennushankkeen alkuvaiheessa laaditaan yleisaikataulu. Yleisaikataulun avulla esitetään hankkeen suunniteltua työnkulkua ja kestoja. Sitä käytetään keskeisenä asiakirjana hankkeen osapuolten välisessä informaatiossa ja työaikaisena työsaavutuksien valvonnan perustana sekä pohjana resurssisuunnittelulle ja rakentamisvaihe- ja viikkoaikatauluille. (1, s. 17.)

Yleisaikataulun eri tasoja ovat alustava, sopimusyleis- ja työaikataulu. Työaikataulu on yleisaikataulun muodoista tarkin. Alustava yleisaikataulu on karkea yleisaikataulu, jonka laatii urakoitsija hankkeen tarjousvaiheessa. Sen tarkoituksena

on selvittää ja määrittää tärkeimmät työvaiheet ja -menetelmät, hankkeen kokonaiskesto, resurssien kuormitus sekä aikataulun kireys. (2, s. 43.)

Sopimusneuvotteluissa käydään läpi urakoitsijan laatima alustava yleisaikataulu. Sopimusyleisaikataulua varten päivitetään urakoitsijan laatimaa alustavaa yleisaikataulua. Sopimusaikataulun laativat yhdessä sopimuksen allekirjoittavat osapuolet. Sopimusaikataulussa esitetään osapuolien kannalta oleelliset asiat, kuten hankkeen aloitus- ja lopetusajankohta, välitavoitteet, rakennuttajan vastuulla olevat hankinnat ja toimintakokeiden ajankohta. Sopimusyleisaikataulu ilmoitetaan tehtävän kokonaisaikana. (2, s. 45.)

Työaikataulu on toteuttajan laatima aikataulu, joka on työmaan eri urakoitsijoiden välisten töiden yhteen sovittamista varten laadittu tarkennettu sopimusyleisaikataulu. Työaikataulua nimitetään yleisesti työmaalla yleisaikatauluksi ja muut työmaan aikataulut perustuvat työaikatauluun. Työaikataulussa esitetyt tehtävien kestot perustuvat teholliseen työmenekkiin. (2, s. 45.)

Työaikataulussa tehtävät suunnitellaan tarkasti ja jaotellaan lohkoihin tai jaetaan osakohteisiin. Työaikataulu suunnitellaan koko hankkeen kestolle, jonka avulla hankkeen osapuolet saavat tärkeimmät tiedot keskeisistä työvaiheista, työmaan tapahtumista, tehtävien kestoista sekä resurssien käytöstä. (2, s. 45.)

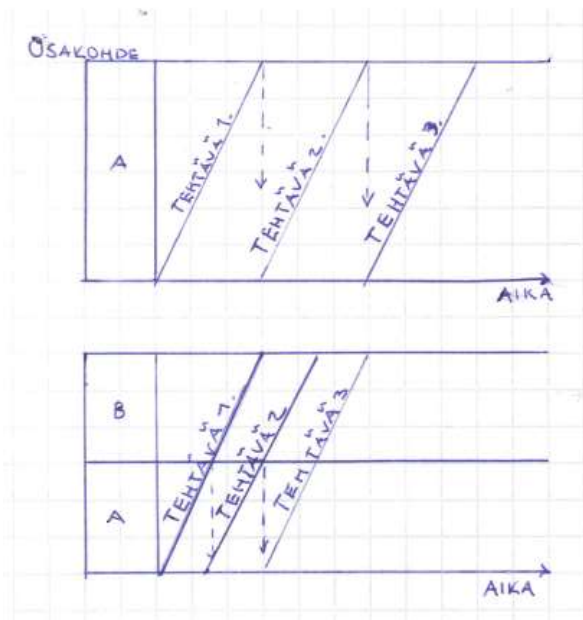
Rakennusvaiheaikataululla tarkennetaan työaikataulua ja sen tavoitteena on työaikataulussa esitettyjen tavoitteiden saavuttamisen varmistaminen (2, s. 55.). Rakentamisvaiheaikataulussa esitetään eri rakennusvaiheet käytössä olevine resursseineen. Resurssit mitoitetaan tehollisten työmenekkien, limitysten sekä vaihtoehtolaskelmien avulla. Rakennusvaiheaikataulua käytetään pohjana viikkoaikataulun sekä tehtäväsuunnitelmien luomiseen. Nämä aikataulusot ilmoitetaan tehollisen työmenekin mukaisina aikoina. (1, s. 18.)

Viikkoaikataulu luodaan 1–3 viikoksi kerrallaan tai työmaan tarpeiden mukaan. Viikkosuunnittelun tavoitteena on resurssien riittävyyden ja tehokkaan käytön varmistaminen. Viikkoaikataulun ja rakennusvaiheaikataulun suunnittelussa apuna voidaan käyttää Last Planner -menetelmää, jonka pääpaino on tehtävän aloitusedellytyksien varmistamisessa, tavoitteiden luomisessa sekä niiden arvioinnissa. (1, s. 18.)

2.2 Osittelu ja aikataulutehtävät

Aikataulusuunnittelussa edetään yksi vaihe kerrallaan. Mikäli suunnitelmissa ilmenee myöhemmässä suunnittelun vaiheessa puutteita tai ongelmakohtia, voidaan aikataulusuunnittelussa palata aiempiin vaiheisiin. Aikataulusuunnittelu on työvaiheiden suunnittelun edetessä tarkentuvaa eli iteratiivista toimintaa. Kaikista tehtävistä muodostetaan tehtäväluettelo, joka pohjautuu olemassa olevaan lohkojakoon sekä tehtäväkohtaisiin suoritemääriin lohkoittain. (1, s. 19, 29.)

Hankkeen osittelussa työmaa jaetaan lohkoihin. Lohkojako mahdollistaa työvaiheiden limityksen ja kokonaiskeston lyhentymisen sekä vähentää aikataulun häiriöherkkyyttä (kuva 1). Paikka-aikakaavion suunnittelussa edellytetään kohteen jakamista fyysisiin osakohteisiin sekä osittelun sijainnin mukaan, mikä on tarpeellista paikka-aikakaavion luomisessa. Osakohde on yksi lohkon osa, jossa tehdään vain yhtä työn osaa kerrallaan eli tehtävää. (1, s. 24.)



KUVA 1. Osakohteen jakaminen lohkoihin ja sen vaikutus kokonaiskeston (muokattu lähteestä 1, s. 25)

Hankkeen osittelussa kohde jaetaan fyysisiin lohkoihin ja osakohteisiin, jonka jälkeen lohkoille valitaan toteutusjärjestys (2, s. 62.). Lohkojen jakaminen pienempiin osakohteisiin ja työkohteisiin mahdollistaa tehtävien aloittamisen osakohteessa aikaisemmin (kuva 1). Tavoitteena on tehtävien valmistuminen kussakin osakohteessa aiemmin, edellytysten luominen aikatauluvalvonnalle sekä työkohteen vapautuminen seuraavia tehtäviä varten. (1, s. 26.)

Optimoimalla edellä mainittuja seikkoja mahdollisimman suotuisiksi tilaajan ja toteuttajan kannalta pystytään tehokkaasti vaikuttamaan hankkeen aikataulu-, resurssi-, työturvallisuus- ja laaturiskeihin sekä kustannuksiin. Lohkojen toteutusjärjestystä voidaan kuvata paikka-aikakaaviolla. (1, s. 27.)

Rakennusteknisistä töistä ei ole olemassa valmista kiinteää tehtävänimikkeistöä, joka toimisi ja sopisi kaikkiin rakennushankkeisiin. Nimikkeistöjä muokkaamalla muodostetaan kohteeseen soveltuva tehtävänimikkeistö, jotka perustuvat hankintakokonaisuuksiin. (1, s. 27.)

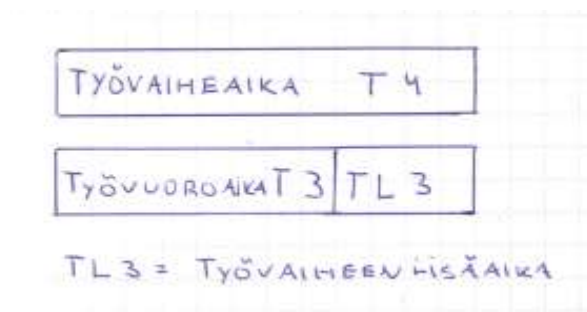
Tehtäväluettelon muodostamisessa apuna voidaan käyttää eri nimikkeistöjä, joita ovat Talo80, Talo90 ja Talo2000. Nimikkeistöistä yleisesti alan yritysten käytössä ovat Talo80- ja Talo2000 -nimikkeistöt. Talo80 -nimikkeistöä käytetään hanketason tuotehallinnassa ja Talo2000 -nimikkeistöä muodostettaessa tehtäväluettelo tietomallin pohjalta. (3, s. 98, 100, 102.)

Aikataulutehtävien muodostaminen vaatii suoritemäärien ja käytössä olevien resurssien tuntemista. Aikataulutehtävien muodostamisessa pohjana käytetään tehtyjä aliurakoita, jolloin aikataulusta saadaan realistinen. Tehtäväluettelon muodostaminen on hankkeen tuotannollista jatko-osittelua, minkä aikana hanke jaetaan erillisiksi aikataulutehtäviksi. Aikataulutehtäviä mitoitettaessa käytetään Ratu-kortiston tehtäväkohtaista työmenekkien laskentaa tai tehtävää suorittavan yrityksen omia tiedostoja. Näiden pohjalta tehtävien kestot ja työmenekit lasketaan. (1, s. 27.)

Alustavassa yleisaikataulussa ja sopimusaikataulussa tehtävien työmenekkinä käytetään tavoitearvioon pohjautuvaa työnkestoa, joka kertoo tehtävän kokonaissajan T4. Työaikataulussa ja sitä tarkemmassa aikataulusuunnitelmassa esitettävät tehtävien kestot muutetaan laskennallisesti tehollista työaikaa T3 vastaavaksi

työn kestoksi. Työvaiheen lisäaika TL3 sisältää työn aikana syntyvät keskeytykset. Lisäaika on runko- ja täydentävän vaiheen töissä 5 %. (1, s. 30.)

Tehtävän kokonaisaika eli työvaiheaika T4 sisältää kaikki työhön käytettävät tunnit ja keskeytykset sekä vastaa tilaajan ja toteuttajan sopimaa hankkeen kokonaiskestoa. Työvaiheaika T4 muodostuu tehollisesta ajasta T3 ja työvaiheen lisäajasta TL3 (kuva 2). (2, s. 63.)



KUVA 2. Työvuoroaika T3 ja työvaiheenlisäaika TL3 muodostavat työvaiheajan T4 (muokattu lähteestä 2, s. 63)

Työvaiheen lisäaika TL3 sisältää kaikki yli tunnin mittaiset keskeytykset sekä muut tuotannon häiriöt. Tuotannon häiriöitä ovat esimerkiksi työvälineen rikkoutuminen, odotusajat, säähaitat sekä tapaturmat. (2, s. 63.)

Tehollinen työaika T3 eli työvuoroaika kertoo tavoitteellisen työmenekin, joka ei sisällä yli tunnin mittaisia keskeytyksiä tai muita tuotannon häiriöitä. Työvuoroaikaa T3 käytetään työaikataulua tarkemman aikataulusuunnittelun tehtävien kestoja laskettaessa. (2, s. 63.)

Tehtävien mitoituksessa tehtäväluetteloon lisätään tavoitearvion mukaiset työmenekit tai tehtävien kestot sekä valitaan tehtäville perustyöryhmä. Työryhmän kokona käytetään Rakennustuotannon (Ratu) tiedostojen mukaisia työryhmiä ja lasketaan tehtäville kestot lohkoittain. (1, s. 29.)

Tehtäväluetteloon kootaan ne työtehtävät, joilla on ajallisesti ja taloudellisesti merkittävä osa hankkeessa. Tehtäväluetteloon kootaan omien työntekijöiden sekä aliurakoitsijoiden tehtävät. Luettelo kattaa noin 80 % hankkeen kokonaistyömenekistä. (2, s. 76.)

Tehtäväluetteloon voidaan koota työkokonaisuuksista suurtehtäviä, kuten purkutyöt, jotka sisältävät rakenteiden purut ja siivoukset. Pienet ja kestoaltaan lyhyet työtehtävät voivat muodostaa tehtäväluetteloon yhden aikataulutehtävän ”muut työt”, minkä tehtäväkohtainen aikatauluttaminen ei ole tarpeellista. Aikataulutehtävä ”muut työt” tehdään sopivana ajankohtana tai muiden aikataulutehtävien välissä. (2, s. 76.)

2.3 Tehtävien riippuvuudet

Tehtävien väliset riippuvuudet ovat valittuja tai ehdottomia rajoituksia, jotka voivat johtua tehtävien välisistä suhteista, käytettävistä resursseista tai olosuhteista. Tehtäväsuunnittelua ja suoritusjärjestystä suunniteltaessa tehtävät jaotellaan riippuvuusryhmiin. Looginen riippuvuus on ehdoton riippuvuus, jossa tehtävät voidaan suorittaa vain yhdessä tietyssä järjestyksessä. Olosuhteriippuvuus on sääoloista, työmaajärjestelystä tai sopimuksesta johtuva riippuvuus. Tekninen riippuvuus johtuu käytetyistä työmenetelmistä tai suunnitelmista. Resurssiriippuvuus on seuraus mahdollisuudesta käyttää samaa resurssia vain yhdessä kohteessa kerrallaan. (2, s. 81, 82.)

Tehtävien väliset riippuvuudet jaetaan riippuvuustyyppisiin, joita ovat

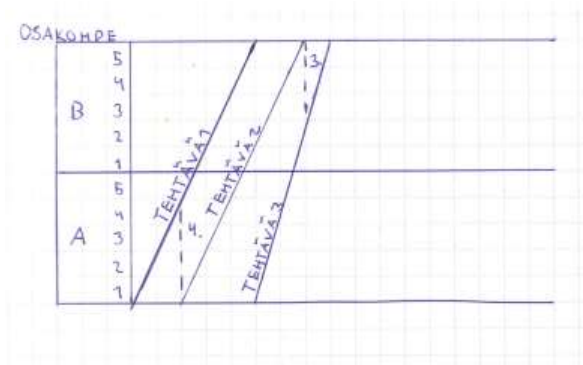
- loppu-alkuriippuvuus, jolloin ennen työvaiheen alkua on edellinen työvaihe tehtävä loppuun
- alku-alkuriippuvuus, jolloin työvaiheen saa aloittaa edeltävän työvaiheen alettua
- loppu-loppuriippuvuus, jolloin työvaiheen loppuminen vaatii edeltävän työvaiheen loppumista.
- Alku-loppuriippuvuus, jolloin tehtävää ei saa lopettaa ennen edeltävän työvaiheen alkamista (1, s. 30.).

2.4 Aikataulun toteutuskelpoisuus

Laaditun aikataulun toteutuskelpoisuuden tarkistamisella varmistetaan tuotannon eteneminen suunnitellusti. Tarkistuksessa varmistetaan myös, täyttääkö suunniteltu aikataulu urakkasopimuksessa asetetut vaatimukset. Tarkasteltavia kohtia

aikataulussa ovat sopimuksen mukainen rakennusaika, välitavoitteet ovat tehtävien kestojen sekä luovutusvaiheen osalta sopimuksen mukaiset. (2, s. 85.)

Aikataulun tarkistaminen mahdollistaa reagoimisen työvaiheiden edetessä syntyviin häiriöihin sekä auttaa tunnistamaan aikataulusuunnitelmassa ilmenevät riskikohdat. Tarkistuksessa kiinnitetään huomiota uuden työkohteen olemassaoloon edellisten työvaiheiden valmistuttua, käytössä oleviin resursseihin ja tuotannon häiriöihin varautumiseen. Varalla olevien työkohteiden riittävällä määrällä voidaan estää töiden keskeytyminen. Varalla olevien työkohteiden tekemiseen on varattuna tarvittavat materiaalit ja suunnitelmat hyvissä ajoin. Vapaiden työkohteiden määrää voidaan tarkistella paikka-aikakaavion avulla (kuva 3.). (1, s. 42.)



KUVA 3. Paikka-aikakaavio, jossa tehtävien välisellä katkoviivalla kuvataan vapaiden työkohteiden sijaintia ja lukumäärää (muokattu lähteestä 1, s. 42)

2.5 Aikataulujen esitysmuodot

Aikataulujen yleisimmät esitysmuodot ovat janakaavio, paikka-aikakaavio ja valvontavinjetti. Aikataulun esitysmuotoja laaditaan työmaaohjauksen kannalta riittävästi eri käyttötarkoituksiin. (2, s. 21.)

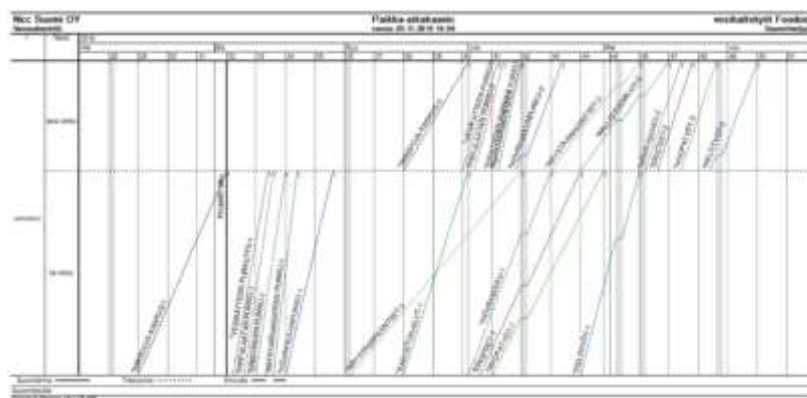
Janakaaviota käytetään yleisesti yleisaikatauluna sen hyvän informatiivisuuden takia. Janakaaviossa tehtävien kestoja kuvataan aikatauluun piirrettyinä janoina. Aikataulutehtävät esitetään janakaaviossa yleisesti vasemmassa reunassa, josta selviää tehtäväkohtaisesti määrät, käytettävät resurssit ja tehtävän aloitus- ja loppetusajankohta (kuva 4). (2, s. 21.)



KUVA 4. Janakaavio, jossa esitetty tehtävien kestot, käytettävät resurssit sekä aloitus- ja lopetusajankohdat

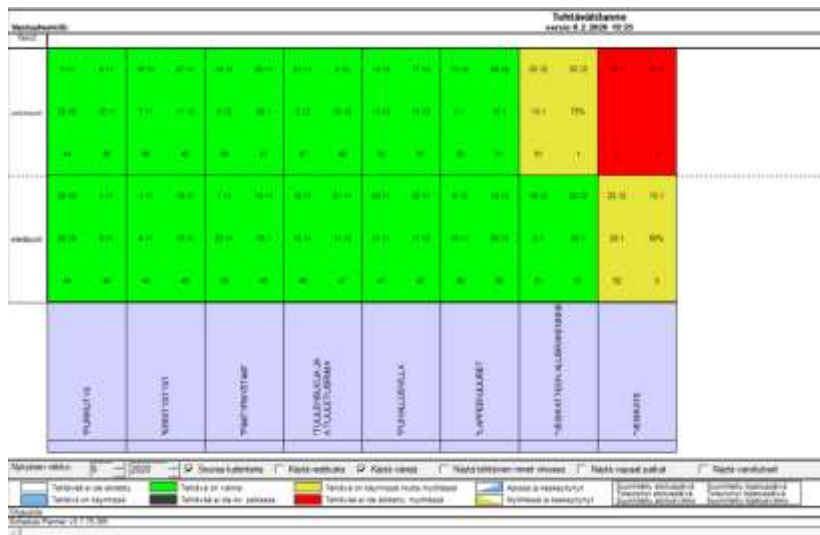
Paikka-aikakaaviota käytetään tuotannon suunnitteluun ja tuotannon ohjauksen apuvälineenä (2, s. 21). Paikka-aikakaaviossa esitetään hankkeen kannalta kriittisimmät työvaiheet ja aikataulutehtävät. Tehtävät tahdistetaan sekä rytmitetään keskenään saman kestoisiksi. Paikka-aikakaavio kuvaa pystyakselilla osittelua eli lohkoja ja osakohteita, jotka kuvataan laajuuksien mukaan. Paikka-aikakaavion vaaka-akselilla kuvataan aikaa. Aikataulutehtäviä kuvataan joko nousevalla tai laskevalla viivalla (kuva 5.). (1, s. 33.)

Paikka-aikakaaviossa on tarpeellista esittää tärkeimmät työvaiheet, joiden välillä on riippuvuus. Mikäli riippuvuutta ei ole, voidaan työtehtävät suorittaa muiden töiden lomassa, jotka merkitään aikatauluun tehtävänimikkeellä muut työt. (1, s. 33.)



KUVA 5. Paikka-aikakaavio, jonka tehtäviä kuvataan nousevalla viivalla

Valvontavinjettiä käytetään yleisesti aikatauluvalvonnan ja tuotannonohjauksen välineenä. Valvontavinjetti on kuva tai matriisi, jonka avulla voidaan esittää töiden etenemistä ja tilaa osakohteissa. Matriisin alaosassa ja vasemmassa reunassa esitetään tehtävät ja osakohteet. Vinjetin matriisiruudussa esitetään tehtävän suunniteltu aloitus- ja lopetusajankohta sekä tehtävien tila eri värien ja merkintöjen avulla (kuva 6). (2, s. 30.)



KUVA 6. Vesikattotyötä varten laatimani matriisimuodossa oleva valvontavinjetti, jonka tehtävien tilaa kuvataan eri värien avulla

2.6 Aikatauluvalvonta

Aikatauluvalvonta on keskeisin osa tuotannon etenemisen hallintaa. Aikatauluvalvontaa aktiivisesti tekemällä on mahdollista vertailla laadittua aikataulua ja toteutunutta työsaavutusta keskenään. Valvonnan tulee olla jatkuvaa ja näkyvää toimintaa, minkä avulla voidaan puuttua aikataulun poikkeamiin riittävän aikaisessa vaiheessa. (1, s. 45.)

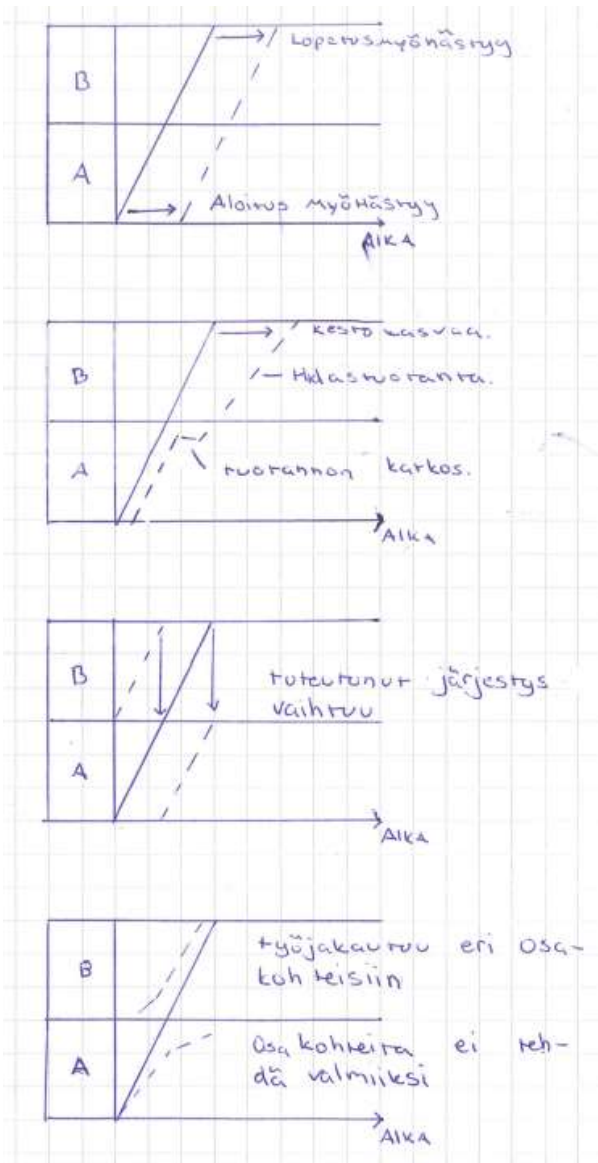
Aikataulutehtävien tuotantonopeuden valvonta ja tarkastelu ovat tärkeitä etenkin suurissa hankkeissa, joiden tehtävien kestot ovat pitkiä ja työryhmät suuria. Tehtävien suunnitelman mukainen aloitus ja loppuminen sekä oikean suoritusjärjestyksen merkitys korostuu, mikäli työkohteita sitovia tehtäviä on paljon sekä tehtävien aloitusvälit ovat lyhyet. Työkohteiden oikea-aikainen vapautuminen on edellytys suunnitelman mukaisen toteuman saavuttamiseksi. (1, s. 46.)

Aikatauluvalvonnan tavoitteena on

- valvoa toteutunutta tuotantoa
- verrata toteutunutta työsaavutusta ja suunniteltua ajallista kestoja keskenään
- raportoida valvonnan tulokset työmaan johdolle korjaavien ohjaustoimenpiteiden tekemistä varten (1, s. 45.).

Suunnitelmien mukainen tuotantonopeus varmistetaan aikataulusuunnittelun tarkistusvaiheessa, jolloin todetaan suunnitelman toteuttamiskelpoisuus. Toteutuskelpoisuus varmistetaan pitämällä huoli toteutusedellytyksistä, ennakoimalla potentiaaliset ongelmat sekä tekemällä tehtäväsuunnitelmat kriittisistä työvaiheista. (1, s. 45.)

Mikäli poikkeama havaitaan, pystytään siihen vaikuttamaan muuttamalla resursseja, tehtävien sisältöä tai aloitusajankohtaa. Valvonta kohdistetaan koko hankkeen tuotantoon sekä yksittäisiin kriittiseksi todettuihin tehtäviin. Riskitekijät kuten valmistumisriski ja tuottavuusriski toteutuvat, mikäli jokin seuraavista alla esitetyn kuvan tilanteista toteutuu (kuva 7). (1, s. 45.)



KUVA 7. Tuotannon poikkeaminen suunnitellusta ja sen vaikutus tuotantoon (muokattu lähteestä 1, s. 46)

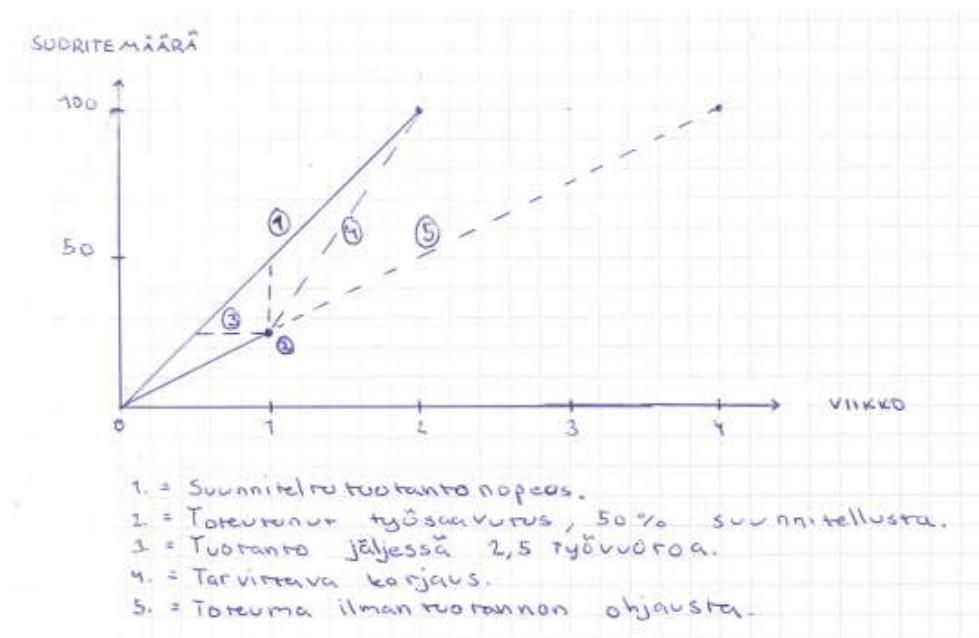
Tehokkaan ja jatkuvan aikatauluvalvonnan kannalta on tärkeää käyttää valittua systemaattista menetelmää. Aikatauluvalvonta suositellaan toteutettavaksi kahdella yleisesti käytössä olevalla mallilla, joko paikka-aikakaavioon piirrettävällä toteumanseurantaviivalla tai valvontavinjetillä. (1, s. 45.)

Paikka-aikakaavioon merkitään hankkeen kannalta kriittiset tehtävät, joiden etenemistä halutaan valvoa. Tehtävien edistymistä valvotaan aikatauluun piirrettävällä suoritemääriin perustuvalla valvontaviivalla. Valmistuneet osakohteet arvioidaan viikoittain ja piirretään paikka-aikakaavioon. (1, s. 47.)

Paikka-aikakaaviolla toteutunutta tuotantoa valvoessa todetaan ja nähdään seuraavat asiat:

- määrälliset ja ajalliset erot suunniteltuun aikatauluun
- työkohteet, joissa tuotantoa on tehty
- tehtävien valmistuminen ajallaan ja oikeassa järjestyksessä
- tehtävän jakautuminen useaan osakohteeseen (1, s. 47.).

Paikka-aikakaavion avulla voidaan ennustaa tehtävän eteneminen ja suunnitella tarvittavat korjaustoimenpiteet suunnitelman mukaisen toteuman saavuttamiseksi. Ennustettaessa toteumaa ilman tarvittavia korjaustoimia voidaan osoittaa tilanne, mihin päädytään ilman korjaavia toimenpiteitä (kuva 8). (1, s. 47.)



KUVA 8. Tuotannon poikkeama suunnitellusta, josta voidaan ennustaa tehtävän valmistuminen ilman tuotantoa ohjaavia toimia (muokattu lähteestä 1, s. 48)

Valvontavinjetin avulla toteutettava aikatauluvalvonta perustuu työkohteiden si-
toutumiseen eli alkamiseen ja käynnissä oloon sekä vapautumiseen seuraavalle
työryhmälle. Vinjetistä selviää kunkin aikataulutehtävän suunniteltu alkamisajan-
kohta ja päättymisen, jossa voidaan käyttää joko päivämäärää tai viikkomerkin-
tää. Valvontavinjetti pohjautuu suunniteltuun työaikatauluun. (1, s. 49.)

Valvontavinjetti täytetään työmaalla tehtyjen havaintojen pohjalta. Vinjetissä esitetään aikataulutehtävien valmiusaste sekä tila. Vinjetillä toteutettu jatkuva aikatauluvalvonta toimii apuna havainnoimaan mahdolliset häiriötilanteet, mikäli havaitaan poikkeama laadittuun aikatauluun. Vinjettiä käytetään aikataulutehtävien tilan havainnollistamisessa koko kohteen aikataulun osalta. Ennustettaessa tehtävien valmistumista tai tehtäessä tuotantoa ohjaavia toimia aikatauluviiveen korjaamiseksi on tieto siirrettävä valvontaviivana paikka-aikakaavioon. (1, s. 50.)

2.7 Tuotannonohjaus

Tuotannonohjauksen tavoitteena on ennaltaehkäistä poikkeamat tuotannossa sekä palauttaa tuotanto laaditaan aikataulun mukaiseksi poikkeaman havaitsemisen jälkeen. Tuotannonohjaus vaatii jatkuvaa aikatauluvalvontaa ja sen tulosten raportointia eteenpäin. Poikkeaman havaitsemisen jälkeen on välittömästi selvitettävä poikkeaman syyt sekä sen vaikutukset edeltäviin ja seuraaviin tehtäviin sekä kohteen muuhun tuotantoon ja resurssien käyttöön. Vaikutuksia ennakoidessa oletetaan tuotannon jatkuvan valvonnan mukaisella tuotantonopeudella ilman korjaustoimenpiteitä. (1, s. 51.)

Ennakoivan tuotannonohjauksen tavoitteena on mahdollisten aikataulupoikkeamien ja niiden seurauksien selvittäminen ennalta. Ennakoivan tuotannonohjauksen pohjalta pystytään torjumaan tulevien poikkeaminen syyt ja seuraukset tai vaikuttamaan niiden haitallisiin vaikutuksiin. (1, s. 51.)

Ennakoivan tuotannonohjauksen suunnittelu pohjautuu seuraavien kohtien läpikäyntiin:

- ei-suotavat tapahtumat tuotannossa
- ei-suotavien tapahtumien syyt ja vaikutuksien arviointi
- syiden torjunta ja häiriöttömyyden merkitys tuotannossa
- potentiaalisiiin ongelmiin varautuminen, niiden vaikutusten minimoimiseksi ja varautumistoimenpiteiden käynnistäminen (1, s. 51.).

Potentiaalisten ongelmien selvittämisen jälkeen on mahdolliset ongelmat luokiteltava niiden vaikutuksen vakavuuden mukaan. Ongelmista joudutaan karsi-

maan osa pois, sillä kaikkiin tilanteisiin ei voida varautua. Potentiaalisten ongelmien toteutumisen todennäköisyys on ongelmien vakavuuden ohella tärkeä luokittelun peruste. Todennäköisesti toteutuvat ongelmat on pyrittävä poistamaan. (1, s. 51.)

Ongelmien syiden tunnistaminen ja etsiminen seuraa ongelmien luokittelua. Aiempi kokemus sekä nykyisten ja aikaisempien tilanteiden analysointi toimivat apuna potentiaalisten ongelmien syiden arvioinnissa. Ongelmien todennäköisyyden arviointi on tärkeää myös ongelmien syiden analysoinnissa. (1, s. 51.)

Potentiaalsiin ongelmiin kohdistettavat toimenpiteet voivat kohdistua joko syihin tai seurauksiin. Syihin keskittyvä toiminta vähentää ongelman todennäköisyyttä ja vaikutukseen keskittyvä toiminta vähentää seurauksen merkitystä muuhun tuotantoon. (1, s. 52.)

3 AJALLISEN HALLINNAN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS ESI-MERKKIKOhteessa

3.1 Ajallinen suunnittelu

Saneeraustyön esimerkkikohteena oli 1980-luvulla rakennettu kaksikerroksinen betonielementtirakennus, jonka laajan saneerauksen yhteydessä rakennuksen vesikatto uusittiin. Vesikatto oli rakenteeltaan tasakatto, joka oli varustettu sisäpuolisilla sadeveden poistoilla. Vanha kattorakenne purettiin uuden rakennetyypin vaatimaan tasoon ja uusittiin suunniteltua rakennetyyppiä vastaavaksi (liite 1).

Kohdeyrityksen toimintajärjestelmän mukainen aikataulutehtävien mitoittaminen perustuu määriin, menekkeihin ja käytettäviin resursseihin. Tehtäväkohtaiset määrät siirretään laskennan pohjalta aikatauluun. Lohkojakoa tehtäessä kohteen työjärjestys tulee ottaa huomioon. Tehtävät muodostetaan litteroittain rahan käytön hallinnan ja seuraamisen mahdollistamiseksi. Laaditusta aikataulusta tulee käydä ilmi asetetut välitavoitteet ja lomien ajankohdat. Aikataulun ongelmakohtia ja risteäviä tehtäviä tarkastellaan paikka-aikakaavion avulla.

Rakennusvaihe aikataulun laadinta aloitettiin tutustumalla kohteen työsisältöön. Valittiin aikataulutehtävien suoritusjärjestys sekä tehtiin päätöksiä resurssien käytöstä, jotta työaikataulun mukainen vesikattotöille varattu kesto toteutuisi. Resurssit varattiin aiemman samaan projektiin kuuluvan vesikattotyön pohjalta. Jakamalla vesikattotyö lohkoihin (liite 2) saatiin edeltävistä vielä kesken olevista työvaiheista huolimatta aloitettua vesikattotyöt työaikataulun mukaisesti itäisessä lohkossa (liite 3).

Alkuperäisten suunnitelmien mukaan kohteen sääsuojat oli suunniteltu toteutettaviksi kolmessa eri vaiheessa (liite 4). Alkuperäisestä työsisällöstä poiketen kuitenkin sääsuojan vaiheen 2 alueelle suunniteltu vesikattorakenteen uusiminen jätettiin toteuttamatta. Tämän työsisällön muutoksen seurauksena sääsuojausta ei tarvittu tälle vesikaton osalle. Sääsuojan 1. vaihe oli toteutettu siten, ettei 3. vaiheen sääsuojan asennusta voitu toteuttaa ennen 1. vaiheen purkamista. Kolmannen vaiheen sääsuojan rakentaminen päätettiin toteuttaa kahdessa osassa.

Tehtäväluettelon muodostaminen aloitettiin pohtimalla, mitä tehtäviä kohteen työsisältö vaatisi. Aikataulutehtävät, kuten purkutyö sekä vesikattorakenne, jaettiin pienempiin tehtäväkokonaisuuksiin, jolloin tehtävien ja osakohteiden aikatauluvalvonta onnistui paremmin.

Kustannusarviota käytettiin aikataulusuunnittelun pohjana, jota apuna käyttämällä saatiin selville tehtäväkohtaiset määrät sekä materiaaleihin ja työhön varatut kustannukset. Kohteesta oli valmis työaikataulu eli yleisaikataulu, jonka pohjalta alettiin suunnittelemaan tehtäväkohtaisia kestoja sekä tehtävien suoritusjärjestystä.

Tehtäväluettelo ja rakennusvaiheaikataulu laadittiin käytössä olleella aikatauluohjelmalla ja ajoitettiin yleisaikataulun mukaiseksi. Tehtävänimikkeiden luomiseen käytettiin apuna valmista rakennustöiden tehtävänimikkeistöä, jota kuitenkin jouduttiin muokkaamaan kohteeseen paremmin soveltuviksi. Tehtävänimikkeistön muodostamisen jälkeen kaikille aikataulutehtäville annettiin määrät kustannusarvion pohjalta sekä suunnitellut tehtävien kestot (kuva 9).

Selite	Kesto	Aloitushetki	Lopetushetki
*SääSUOJA KASAUS	(26)	15.7.2019	30.9.2019
*VESIKATTEEN PURKUTYÖ	(12)	6.8.2019	7.10.2019
*PINTALAATAN PURKU	(10)	8.8.2019	8.10.2019
*ERISTEIDEN PURKU	(10)	12.8.2019	11.10.2019
*RäYSTÄSRAKENTEEN PURKU	(8)	15.8.2019	11.10.2019
*HÖYRYSULUNPURKU	(15)	19.8.2019	22.10.2019
*RÄYSTÄSRAKENTEET	(43)	3.9.2019	8.11.2019
*KALLISTUSVALUT	(24)	16.9.2019	15.11.2019
*HÖYRYSULKU	(19)	1.10.2019	29.1.2020
*ERISTEET	(22)	3.10.2019	3.2.2020
*HUOPATYÖT	(9.8)	3.2.2020	14.2.2020
*PELTITYÖT	(14)	3.2.2020	21.2.2020
*SääSUOJAN PURKU	(20)	18.2.2020	16.3.2020

KUVA 9. Tehtävänimikkeistö ja tehtävä kohtaiset kestot

Aikataulutehtävien kestoja suunniteltaessa joidenkin tehtävien työmenekit olivat jo ennalta tiedossa edellisen talven aikana tehdyn, samaan hankkeeseen kuuluvan vesikattotyön myötä. Tehtävät, joiden työmenekit olivat jo aiemmasta kohteesta tiedossa, mitoitettiin aikaisemmin tehdyn vesikattotyön mukaan.

Tehtävät, joiden työmenekit eivät olleet tiedossa, mitoitettiin Ratu-kortiston avulla tai tehtävää suorittavan yrityksen antaman työmenekin mukaan. Aiempien kohteiden kokemuksiin perustuvien tehtävien työmenekkien todenmukaisuus kuitenkin tarkistettiin Ratu-kortiston avulla.

Tehtävien suoritusjärjestystä varten arvioitiin tehtävien välisiä riippuvuuksia. Tehtävien todettiin olevan riippuvuustyyppiltään loppu-alkuriippuvaisia, joten tehtävien aloitus ei ole mahdollista ennen suoritusjärjestyksessä aikaisemmin olevan tehtävän päättymistä (liite 5). Poikkeuksena kuitenkin oli pohjoisräystään rakenne-tyyppi, joka mahdollisti kallistusvalun tekemisen ennen räystäsrakennetta ja höyrynsulkua. Muiden räystäiden rakennetyyppi vaati ennen katon kallistusvaluja räystään puurakenteen tekemisen.

Suunniteltu aikataulu käytiin läpi ennen toteutukseen ryhtymistä aliurakoitsijoiden työnjohtajien kanssa, jolloin kaikki työhön osallistuvat osapuolet pystyivät varamaan oikea-aikaisesti resursseja työn aloitusta varten sekä sitoutuivat laadittuun aikatauluun.

3.2 Ajallinen valvonta

Kohdeyrityksen toimintajärjestelmän mukaisen aikatauluvalvonnan tavoitteena on jatkuva aikataulutehtävien valvonta sekä toteutuneiden työsaavutusten kirjaaminen valvontavinjettiin. Valvontavinjetin avulla havainnollistetaan työmaan tilaa, joko jana-aikataulun toteumaviivalla tai valvontavinjettiä käyttäen. Näillä esitysmuodoilla kuvataan työmaan tilannetta kokouksissa ja palavereissa.

Ajallinen valvonta toteutettiin viikoittain täytettävän vinjetin avulla, jota täytettiin kohdeyrityksessä käytössä olleella aikatauluohjelmalla. Aikatauluohjelman vinjetti näytti eri värien ja symbolien avulla tehtävien tilan, suunnitellun aloitus- ja lopetusajankohdan sekä toteutuneen aloitus- ja lopetusajankohdan tehtävittäin (liite 6).

Aikatauluvalvonnassa havaittiin poikkeama, joka syntyi vesikattotyön edettyä eristys- ja pohjahuopa-asennuksen puoliväliin. Aikataulupoikkeama johtui vesikattotyön edetessä ilmenneen suuren yli 1000 työntekijätuntia vaatineen lisätyön alettua. Poikkeaman havaitsemisen jälkeen aloitettiin korjaavien tuotannonohjaustoimien suunnittelu.

Tehtävien valmiusastetta seurattiin toteutuneen tuotannon mukaan tehtäväkohtaisesti aina tehtävän tilanteen muuttuessa. Vinjettiin syötettiin myös tehtäväkohtaisesti, oliko tehtävä alkanut, keskeytynyt, kehittymässä tai loppunut. Aikatauluohjelmaan syötettiin toteutunut valmiusaste sekä tehtävän tila (kuva 10).

Solun osakohteet: KALLISTUSVALUT:it1 lohko

Toteutuneet päivämäärät:

☒ Osakohde on alkanut: 16.9.2019 7

☒ Osakohde on loppunut: 15.10.2019 16

Muokkaa toteutumia

<<< Lisätietoja

1: Tapahtumat | 2: Resurssit | 3: Kustannukset | 4: Lisätietoja

Tapahtumahistoria

	Tapahtuma	Aika	Tunti	Koodi	Nimi	Toteutunut	suunniteltu kokonaismäärä	umulatiivisesti	jäljellä olevat	valmiusaste
1	Aika	16.9.2019	7			0		0		0%
2	Kehittyi	16.9.2019	16			0		0		75%
3	Keskeytyi	17.9.2019	16			0		0		75%
4	Jatkui	30.9.2019	16			0		0		75%
5	Keskeytyi	1.10.2019	16			0		0		75%
6	Jatkui	15.10.2019	16			0		0		75%
7	Loppuu	15.10.2019	16			0		0		100%

Muokkaa toteutumia

Lisää toteutuma

Poista viimeisin toteutuma

Poista kaikki toteutumat

Kommentti:

Paikan toteutunut:

Toteutunut alotusaika: 16.9.2019

Toteutunut lopetusaja: 15.10.2019

Toteutunut kokonaismäärä: 0

Paikan suunniteltu:

Suunniteltu alotusaika: 16.9.2019

Suunniteltu lopetusaja: 30.9.2019

Suunniteltu kokonaismäärä: 0

Tehtävä:

Suunniteltu kokonaismäärä: 0

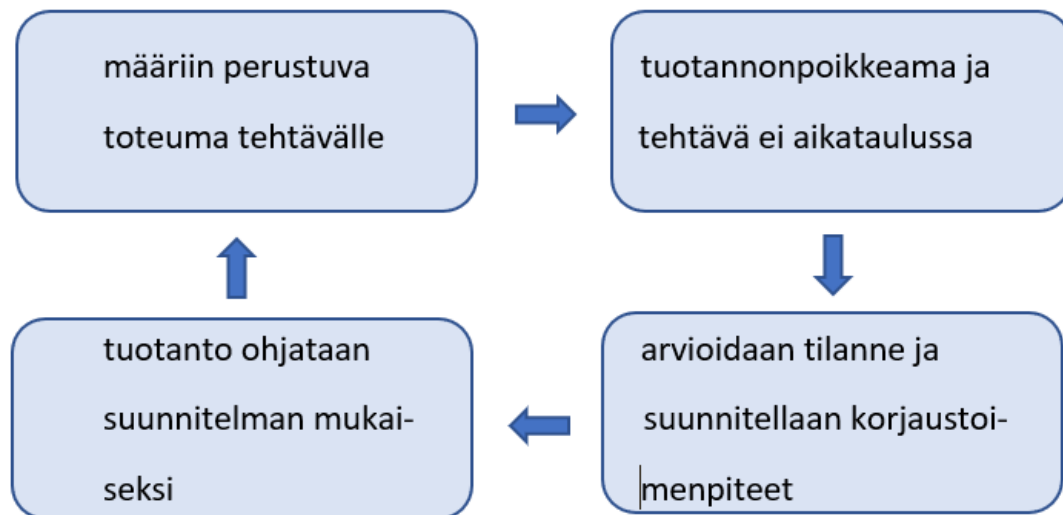
Toteutunut kokonaismäärä: 0

Kokonaismuutosaste: 100.0%

KUVA 10. Vesikaton kallistusvalun tehtävän toteuma ja tila hetkittäin

3.3 Tuotannonohjaus

Kohdeyrityksen toimintajärjestelmän mukaisen tuotannonohjauksen tavoitteena on tuotannossa havaittuun poikkeamaan reagoiminen välittömästi sekä tuotannonohjaaminen takaisin aikataulusuunnitelman mukaiseksi (kuva 11).



KUVA 11. Toimintajärjestelmän mukaiset tuotannonohjauksen vaiheet

Tuotannonohjauksen tavoitteena oli havaita sekä reagoida havaittuihin poikkeamiin riittävän ajoissa. Riittävän aikaisella ohjauksella pyrittiin minimoimaan poikkeaman tuottama häiriö tuotannossa.

Aikatauluvalvonnassa havaitun poikkeaman havaitsemisen jälkeen päädyttiin keskeyttämään vesikaton eristys- ja pohjahuopatyo (kuva 12). Keskeytetyt tehtävät päädyttiin muuttamaan epäjatkoviksi sekä päivittämään vesikattotyön rakennusvaiheaikataulua (kuva 13).

4 TULOKSET

Laadittu rakennusvaihe aikataulu toteutui suunnitelmaan mukaisesti suurilta osin. Suurimmat haasteet laaditun aikataulun toteutumisessa johtuivat suunnitelmista poikkeavista tai vaurioituneista rakenteista, jotka vaativat rakennesuunnittelua. Tehtävien suunnitellut kestot ja resurssien käyttö toteutuivat suunnitellun mukaista, eikä resurssimuutoksia tarvittu.

Aikatauluvalvontaa suoritettiin viikoittain ja verrattiin työsaavutuksia laadittuun aikatauluun. Valvonnassa havaittuihin poikkeamiin puututtiin ja niistä raportoitiin työtä suorittavalle urakoitsijalle. Työtä suorittavan urakoitsijan työnjohdon ja tekijöiden kanssa arvioitiin poikkeaman syyt ja tehtiin suunnitelma tehtävän ohjaamiseksi takaisin suunnitelman mukaiseksi.

Osa aikataulutehtävistä jouduttiin keskeyttämään vesikattotyön aikana ilmenneen lisätyön vuoksi. Keskeytettyjen tehtävien toteutus muutettiin epäjatkuväksi. Näillä tuotannon ohjaustoimilla saatiin tehtävät suoritettua päivitetyn rakennusvaihe aikataulun mukaisesti.

Sääsuojauksen 1. vaiheen purkaminen viivästyi rakennustöiden vuoksi. Tästä johtuen sääsuojauksen 3. vaiheen rakentaminen jouduttiin muuttamaan toteutettavaksi kahdessa vaiheessa. Tämän päätöksen vuoksi osa sääsuojan rakenteista jouduttiin rakentamaan kahteen kertaan, jolloin syntyi ylimääräisiä kustannuksia. Tämän rahallisen panostuksen ansiosta työt vesikaton itäisessä lohkossa voitiin kuitenkin aloittaa laaditun työaikataulun mukaisesti.

Tämän opinnäytetyön aiheena olleen vesikattotyön kehityskohteet liittyvät pääosin urakoitsijoiden väliseen yhteistyöhön aikataulunsuunnittelussa. Omalta osaltani haluaisin tuoda näkyvämmiin esiin urakoitsijoiden yhdessä tekemää Last Planner -menetelmän mukaista työvaiheen aloitusedellytyksiä painottavaa aikataulusuunnittelua.

5 YHTEENVETO

Työn aiheena oli vesikattotyön ajallisen hallinnan suunnitleminen ja toteuttaminen esimerkkikohteessa. Kohteena oli kaksikerroksinen betonielementtirakenus, jonka vesikattorakenne uusittiin laajan saneeraustyön yhteydessä. Toimin rakennushankkeessa pääurakoitsijan työnjohtajana.

Rakennushankkeen ajallisen hallinta keskittyy usein liiaksi pelkkään aikataulusuunnitteluun. Aikataulusuunnittelu yksin ei takaa onnistunutta hankkeen kulkua, mikäli muut ajallisen hallinnan osat eivät ole kunnossa. Ajallisen hallinnan kannalta on tärkeää havainnoida ja reagoida, mikäli suunnitellun mukaisesta tuotannosta poiketaan.

Aikataulusuunnittelussa on tärkeää tunnistaa ne tehtävät, joiden suunnitelman mukainen toteutuminen on tärkeää ja vaikutus seuraaviin työvaiheisiin suuri. Esimerkkinä ovat purkutyöt, joiden päättymisen oikea-aikaisesti on tärkeää seuravien vaiheiden kannalta. Oikea-aikaisesti ja suunnitellulla työsaavutuksella käynnistyneet tehtävät toteutuvat yleensä suunnitelman mukaisesti aikataulussa sekä taloudellisissa tavoitteissa.

Onnistuneen aikatauluvalvonnan ja tuotannonohjauksen toteutumisen kannalta tärkeintä on oikea-aikaisuus sekä oikeiden ja riittävien toimenpiteiden tekeminen. Esimerkiksi vesikattotyön aikana ilmenneen lisätyön vuoksi osa tehtävistä keskeytettiin ja siirrettiin myöhemmin toteutettavaksi.

Muuttuneen työsisällön vuoksi voidaan joutua tekemään päätöksiä, joista koituu ylimääräisiä kustannuksia kyseisellä hetkellä. Tehdyt taloudelliset panostukset voivat kuitenkin johtaa myöhemmässä vaiheessa kuitenkin säästöihin. Esimerkkinä tällä työmaalla oli kohteen sääsuojaus, jonka alkuperäinen suunnitelma muuttui työsisällön muuttumisen vuoksi.

Hankkeen vesikattotyön jakaminen itäiseen ja läntiseen lohkoon mahdollisti sääsuojauksen toteutuksen kahdessa osassa, jonka vuoksi kohteen vesikattotyö saatiin aloitettua yleisaikataulun mukaisesti. Sääsuojan toteutus kahdessa

osassa lisäsi kustannuksia päätöksentekohetkellä, mutta vähensi sääsuojan vuokrauskuluja vesikattotyön ensimmäisen viiden viikon ajanjaksolla.

Tämän opinnäytetyön aiheena olleen vesikattotyön työnjohtotehtävistä sain oppia etenkin tehtävien mitoittamiseen, tuotannon kannalta kriittisten työvaiheiden tunnistamiseen ja tuotannonohjauksen vaatimien päätösten tekemiseen.

LÄHTEET

1. Junnonen Juha-Matti 2010. Talonrakennushankkeen tuotannonhallinta. Helsinki: Suomen Rakennusmedia.
2. RATU KI-6031. 2017. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Rakennustieto Oy. Saatavissa: https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/Ratu%20KI-6031?external_system=Juha&page=1 (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 29.1.2020.
3. RATU KI-6033 2018. Rakennushankkeen kustannushallinta. Rakennustieto Oy. Saatavissa: <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/Ratu%20KI-6033> (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 31.1.2020.
4. A-insinöörit 2018. Rakennuspiirustus, Rakennetyypit, RV5. OAMK Linnanmaa. Suomen Yliopistokiinteistöjen sisäinen materiaali.
5. A-insinöörit 2018. Rakennuspiirustus, Vesikatot 5C ja 5D, RV5. OAMK Linnanmaa. Suomen Yliopistokiinteistöjen sisäinen materiaali.

LIITTEET

Liite 1. Vesikaton vanha ja uusi rakennetyyppi (4)


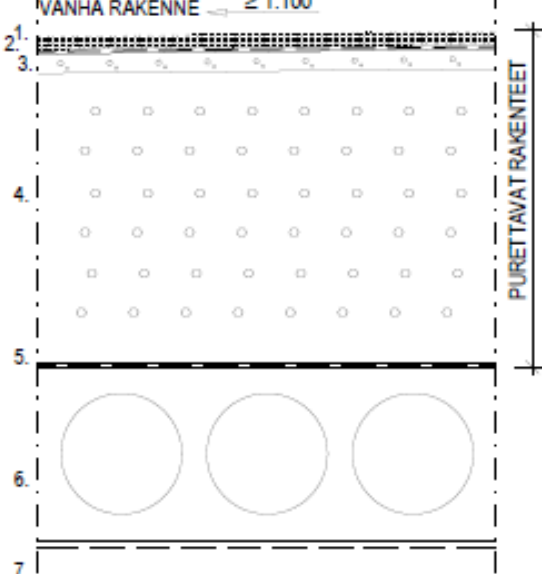
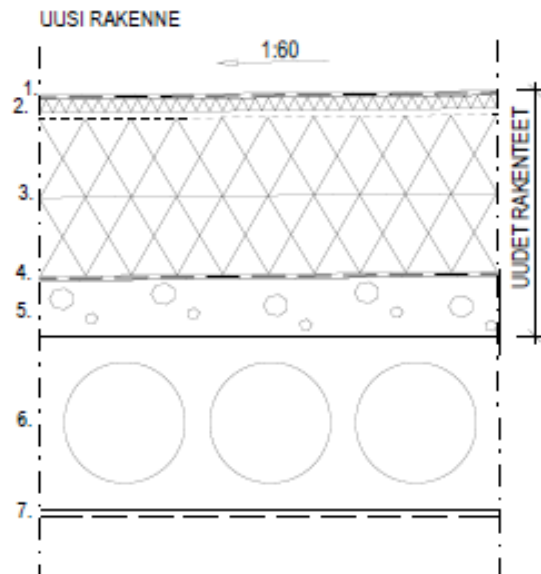
Liite 2. Vesikattotyön lohkojako esimerkki kohteessa (5)

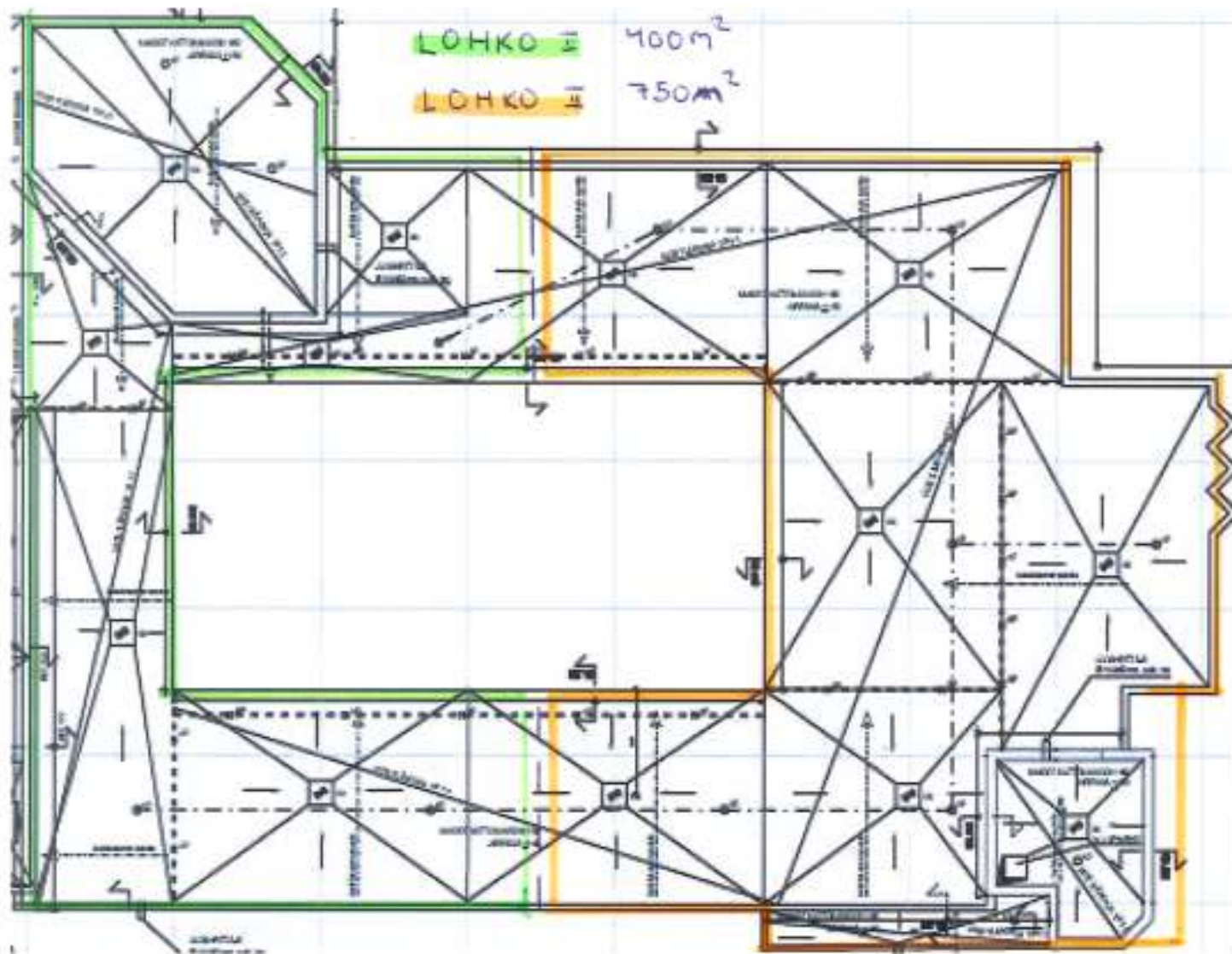
Liite 3. Vesikattotyön paikka-aikakaavio

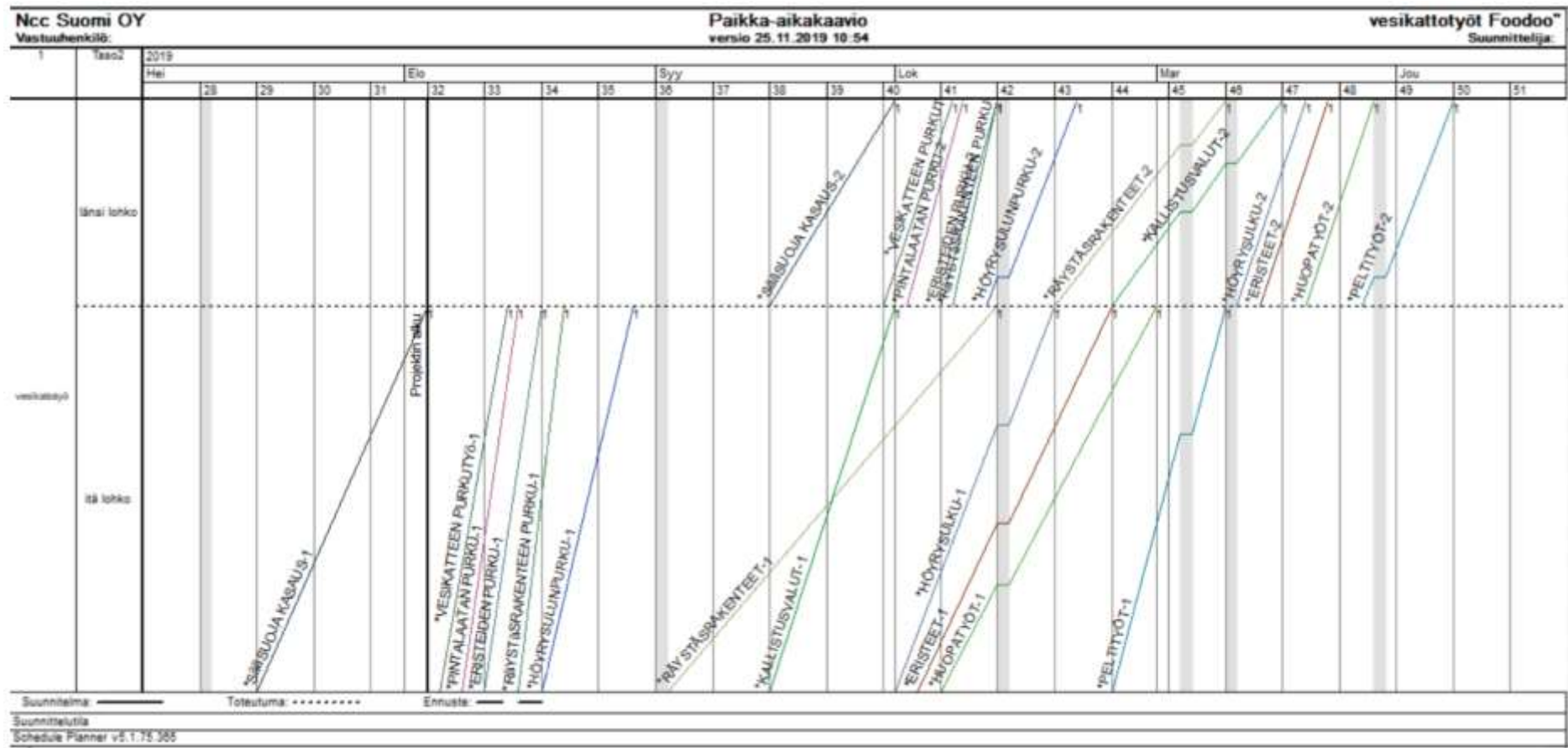
Liite 4. Sääsuojauksen vaiheet 1–3 (5)

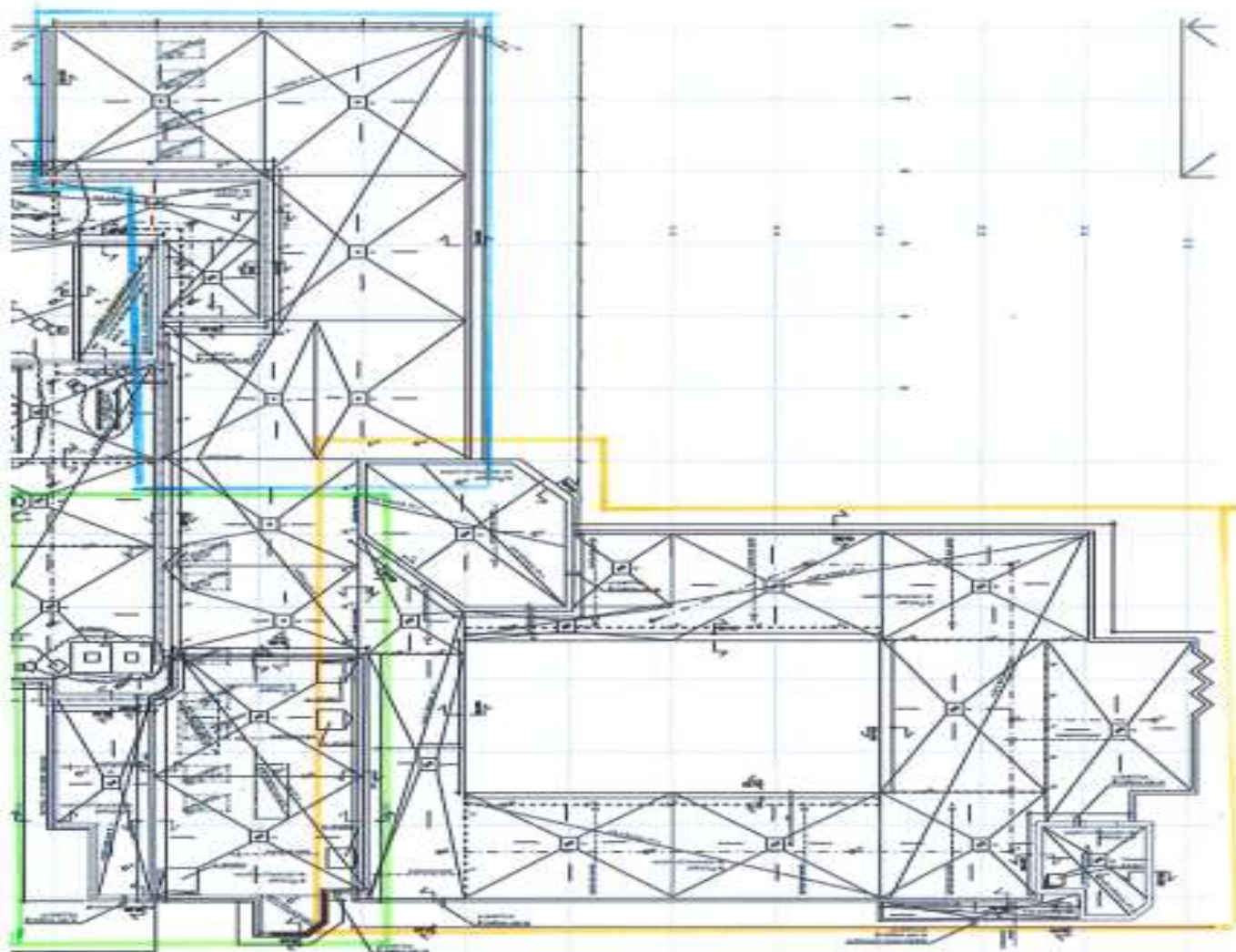
Liite 5. Itälohkon tehtävien alku-loppuriippuvuus aikatauluohjelman kuvaamana

Liite 6. Vesikattotyön valvontavinjetti

OY-04598 Oamk Linnanmaa	YLÄPOHJA, TV1 JA TV6 YLÄPOHJA YLEENSÄ	1:10
	<div>Päiväys</div> <div>RV5_YP1.1</div>	
 <p>PURETTAVAT RAKENTEET</p>	 <p>UUEDET RAKENTEET:</p> <div> <div> <div>1. VEDENERISTYS, B_{ROOF}(I2) LUOKKA VE80, TL2+TL2, RIL 107-2012 MUKAAN KUMIBITUMIKERMI KIINNITYS MEKAANISIN KIINNIKKEIN ERISTEKERROKSEN LÄPI RUNKORAKENTEeseen</div> <div>30 mm</div> </div> <div> <div>2. LÄMMÖNERISTE TUULETUSURITETTU PAROC ROB60gt, $\lambda_d \leq 0,038 \text{ W/mK}$</div> <div>(MAHDOLLISET VASTAKALLISTUKSET KUIVATULLA SIPOREX-ROUHEELLA (1:60, JIIRIT $\geq 1:80$))</div> </div> <div> <div>3. LÄMMÖNERISTE KINGSPAN THERMA TR26, $\lambda_d \leq 0,022 \text{ W/mK}$ KIINNITYS RUNKORAKENTEeseen KATEKIINNIKKEILLÄ TAI ERILLISILLÄ ERISTEKIINNIKKEILLÄ</div> <div>110+110 mm</div> </div> <div> <div>4. HÖYRYNSULKU BITUMIKERMI TL2</div> <div>0...120 mm</div> </div> <div> <div>5. KAADOT, KALLISTUS- JA TASAUSBETONI C25/30, RASITUSLUOKKA X0, MAX.RAEKOKO 8 mm. PINNAN VIIMEISTELY: PUUHIERTO. BY 45, LUOKKA C-4-II KALLISTUKSET 1:60, JIIRIT $\geq 1:80$</div> <div>265 mm</div> </div> <div> <div>6. Ontelolaatta</div> <div>7. Pintakäsittely huoneselityksen mukaan</div> <div>U-ARVO: 0,27 W/m²K 0,31 W/m²K (KATTOKERROS)</div> </div> </div>	



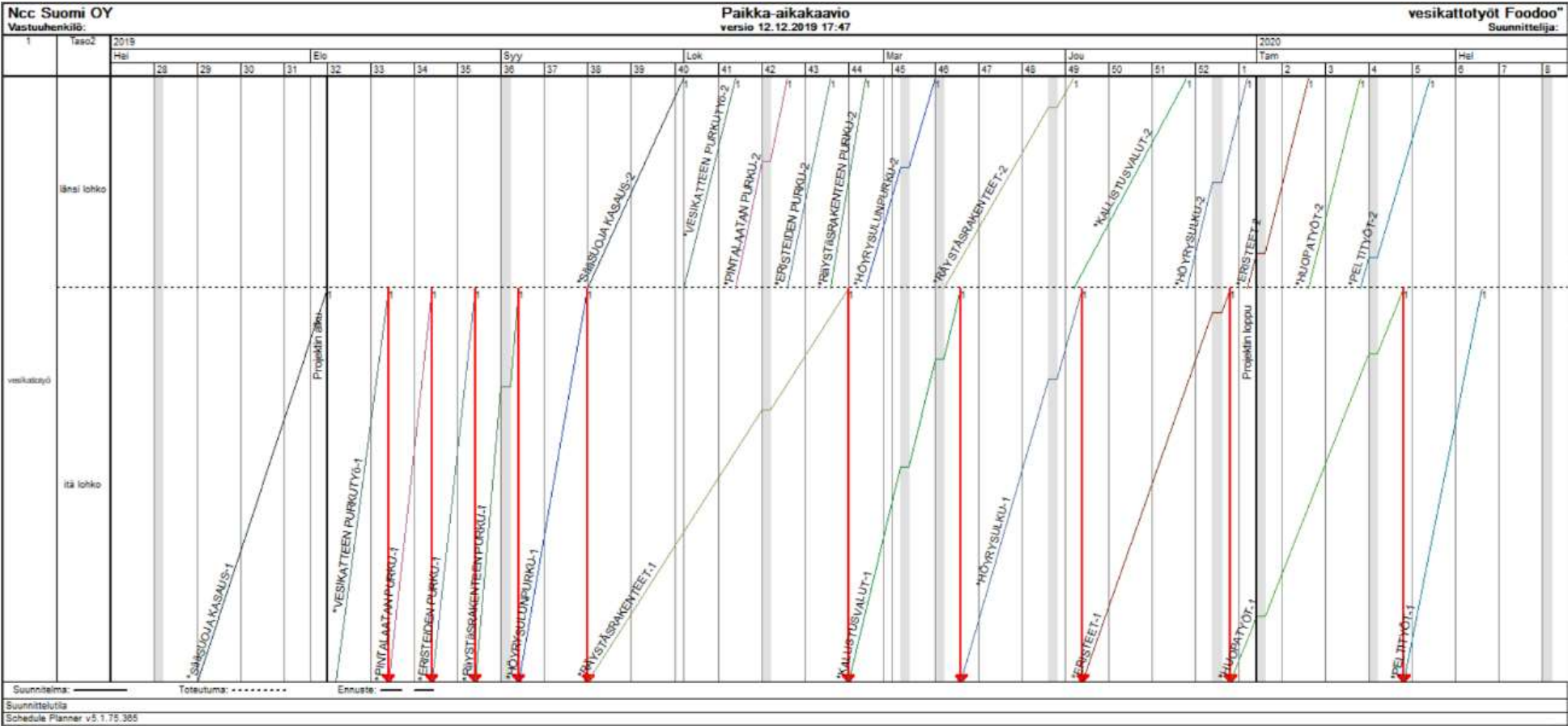




1. VAIHE

2. VAIHE

3. VAIHE



Objaustila
Schedule Planner v5.1.75.385